



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

MAILED 27 MAY 2004

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

BEST AVAILABLE COPY

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03101592.8

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03101592.8  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 02.06.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH  
Steindamm 94  
20099 Hamburg  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Schaltung und Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H05B41/292

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

## Schaltung und Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe

Die Erfindung betrifft eine Schaltung und ein Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe mit einem Schaltwandler, der einen Schalter, eine Konverterinduktivität und eine Steuerung in einem Regelkreis zur Messung einer Lampenspannung und Einstellung einer Sollleistung aufweist, sowie ein Messfilter für die Schaltung.

Aus der US PS 5,608,294 ist eine solche Schaltung mit einem Schaltwandler bekannt. Die Schaltung weist einen Gleichrichter, eine Kommutierungsstufe, eine Steuerung und einen Tiefsetzsteller, auch Buck-Konverter genannt, mit einem Schalter und einer Konverterinduktivität auf.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Gasentladungslampe eines Daten- und Videoprojektors sind aus der EP 1 152 645 A1 bekannt. Bei einem Betrieb mit Wechselstrom beziehungsweise Wechselspannung sind Elektroden der Gasentladungslampe im Betrieb formbar, das heißt auf den Elektroden der Gasentladungslampe wachsen Strukturen auf. Die Größe der Strukturen und die Betriebsfrequenz des Stroms beziehungsweise der Spannung sind zueinander proportional. Der Durchmesser der aufgewachsenen Strukturen ist um so kleiner, je höher die Betriebsfrequenz ist. Somit sind Spitzenstrukturen an den Elektroden derart aufbaubar, dass mit einer Betriebsfrequenzfolge von 45, 65, 90 und 130 Hz eine Brennspannung und eine Bogenlänge reduzierbar ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Lampenlebensdauer zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird gemäß der Merkmale der nebengeordneten Ansprüche 1, 11, 12 und 13 gelöst. Erfindungsgemäß weist der Schaltwandler einen zweiten Regelkreis auf. Mittels des zweiten Regelkreis ist der Schaltwandler auf individuelle Lampenverhält-

nisse einstellbar, eine Sprungneigung eines Plasmabogens innerhalb der Lampe vermindert, der Elektrodenabstand regelbar und damit sind Lichtausbeute und die Lebensdauer der Lampe verbessert.

- 5 In vorteilhafter Weise weist der Regelkreis einen dritten inneren Regelkreis auf. Mittels des dritten Regelkreises sind die individuellen Lampeneigenschaften der angeschlossenen Lampe ermittelbar. Dazu werden an der Lampe gemessene Betriebsdaten mit bereits ermittelten Daten verglichen und Parameter werden angepasst. Im stationären Betrieb sind die Parameter genau die Betriebsdaten der angeschlossenen Lampe und
- 10 dann ist gezielt eine Einflussnahme auf den Elektrodenabstand und der Elektroden-temperatur möglich, um Lichtausbeute und Lebensdauer zu erhöhen.

- In vorteilhafter Weise weist der dritte innere Regelkreis eine Rechnerschaltung auf. Die Rechnerschaltung stellt an ihrem Ausgang einen berechneten Spannungsverlauf zur
- 15 Verfügung.

- In einfacher Weise ist die Rechnerschaltung von einem Kommutierungssignal gesteuert. Die Rechnerschaltung und damit der dritte innere Regelkreis benötigen lediglich das Kommutierungssignal als Taktsignal.

20

In vorteilhafter Weise weist der dritte innere Regelkreis einen Speicher auf. In dem Speicher sind Parameter der Lampe abgespeichert.

- In vorteilhafter Weise weist der zweite Regelkreis einen integrierenden Regler auf. Da
- 25 sich die Verhältnisse in der Lampe nur langsam ändern, ist als Regler vorzugsweise ein langsamer und integrierender Regler eingesetzt.

- In vorteilhafter Weise weist der zweite Regelkreis ein Messfilter auf. Mit zwei Abtast- und Haltestufen des Messfilters ist eine störungsarme Messung der Lampenspannung
- 30 ermöglicht.

In einfacher Weise weist das Messfilter einen Addierer auf. Damit ist ein Mittelwert von dem Messfilter abgreifbar.

- 5 In einfacher Weise ist das Messfilter von einem Taktsignal gesteuert. Das Messfilter benötigt lediglich das Taktsignal, welches auch den Schalter des Schaltwandlers ein- und ausschaltet.

- 10 Erfindungsgemäß werden Werte wenigstens eines sich über die Zeit ändernden Betriebsdatums der Lampe kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen, die gemessenen Betriebsdaten werden mit berechneten Betriebsdaten verglichen, zur Berechnung notwendige Parameter werden angeglichen und ein Tastverhältnis eines Versorgungstromes wird in Abhängigkeit von den angeglichenen Parametern gewählt.

- 15 Erfindungsgemäß werden Werte wenigstens eines sich über die Zeit ändernden Betriebsdatums der Lampe kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen, die gemessenen Betriebsdaten werden mit berechneten Betriebsdaten verglichen, zur Berechnung notwendige Parameter werden angeglichen und eine Frequenz einer Wechselspannung oder eines Wechselstroms wird in Abhängigkeit von den angeglichenen Parametern  
20 gewählt.

- Erfindungsgemäß werden Werte wenigstens eines sich über die Zeit ändernden Betriebsdatums der Lampe kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen, die gemessenen Betriebsdaten werden mit berechneten Betriebsdaten verglichen, zur Berechnung  
25 notwendige Parameter werden angeglichen und eine Größe eines Versorgungstromes, insbesondere Strompulse, werden in Abhängigkeit von den angeglichenen Parametern gewählt. Es werden Werte wenigstens eines sich über die Zeit ändernden Betriebsdatums der Lampe kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessenen und aus zunächst angenommenen Parametern, im folgenden auch Anfangsparameter genannt, werden  
30 gleichzeitig, alternierend oder seriell Betriebsdaten der Lampe berechnet, und danach

- werden die gemessenen Betriebsdaten mit den berechneten Betriebsdaten verglichen, aus diesem Vergleich werden neue Parameter bestimmt und die zunächst angenommenen Parameter durch die bestimmten Parameter ersetzt. In einem Einschwingvorgang werden die bestimmten Parameter solange angeglichen, bis sich eine bestmögliche
- 5 Übereinstimmung zwischen berechneten und gemessenen Parameter ergeben hat. In vorteilhafter Weise sind im eingeschwungenen Zustand das Tastverhältnis, die Frequenz und die Größe des Versorgungsstromes in Abhängigkeit von den Parametern gewählt, um den Elektrodenabstand und die Elektrodentemperatur zu regeln.
- 10 Eine Schaltung mit dem inneren Regelkreis dient einer Lampenanalyse und zur Anzeige der individuellen Lampenparameter.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird nachstehend ein Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert.

- 15 Es zeigen

- Fig. 1 ein Blockschaltbild mit einem Schaltwandler, einem Messfilter und mit einer Regelung,
- 20 Fig. 2 ein Zeitdiagramm mit einem Taktsignal für Ein- und Ausschaltzeiten eines Schalters des Schaltwandlers,
- Fig. 3 ein Zeitdiagramm mit einem Stromverlauf durch eine Konverterinduktivität des Schaltwandlers,
- Fig. 4 ein Zeitdiagramm mit einem ersten Spannungsverlauf an einer
- 25 Gasentladungslampe innerhalb einer Halbperiode,
- Fig. 5 ein Zeitdiagramm mit einem zweiten Spannungsverlauf an einer Gasentladungslampe für eine Halbperiode,
- Fig. 6 ein Zeitdiagramm mit errechneten Spannungswerten an der Lampe für eine erste und eine zweite Halbperiode und
- 30 Fig. 7 ein Zeitdiagramm mit gemessenen Spannungswerten an der Lampe für eine erste und eine zweite Halbperiode.

Fig. 8 ein Zeitdiagramm mit einem gemessenen und einem berechneten Spannungsverlauf und dazwischenliegende Differenzwerte.

Figur 1 zeigt eine Schaltung 1 mit einem Schaltwandler 2, einer Gasentladungslampe 3, einer als Spannungsversorgung arbeitende Gleichstromquelle 4, einem Messfilter 5, einem Analog/Digital Wandler 6, im folgenden auch als A/D Wandler bezeichnet, und einer Steuereinheit 7. Der Schaltwandler 2 weist eine Kommutierungsstufe 20, eine Zündstufe 21, einen Schalter 22, eine Diode 23, eine Konverterinduktivität 24, einen Kondensator 25, einen Umsetzer 26, eine Steuerung 27 und einen Messpunkt 28 zwischen der Konverterinduktivität 24 und der Kommutierungsstufe 20 an dem Kondensator 25 auf. Mittels elektrisch leitfähiger Verbindungen 29 und 30 sind Messwerte an der Konverterinduktivität 24 abgreifbar und an die Steuerung 27 lieferbar. Die Steuerung 27 steuert über weitere elektrisch leitfähige Verbindungen 31 und 32 und den Umsetzer 26 den Schalter 22, auch Schalttransistor genannt. Der Umsetzer 26, die Steuerung 27 und die elektrisch leitfähigen Verbindungen 29, 30, 31 und 32 sind Teile eines ersten Regelkreis 33. Die Kommutierungsstufe 20 weist eine Kommutierungssteuereinheit 34 und vier Schalttransistoren 35, 36, 37 und 38 auf. Die Einheit 34 schaltet je nach Signalzustand jeweils entweder 35 und 38 oder 36 und 37 ein. Damit ist die Stromrichtung in der Lampe 3 geschaltet. Die Zündstufe 21 weist eine erste Induktivität 39, einen Zündtransformator 40 mit zwei Spulen 41 und 42, einer Zündungssteuereinheit 43 und einen Kondensator 44 auf. Die Werte des Kondensators 44 sind gering, so dass er im stationären Betrieb vernachlässigbar ist. Für eine Zündung steht auf einer elektrisch leitfähigen Verbindung 45 zu der Kommutierungssteuereinheit 34 ein Schaltsignal mit hoher Frequenz an, so dass die Induktivität 39 und der Kondensator 44 mittels einer Resonanzfrequenz angeregt werden. Es entsteht eine hohe Spannung an dem Kondensator 44 von ca. 400 bis 800 V. Dabei wird in der Zündungssteuereinheit 43 ein weiterer kleiner Kondensator aufgeladen, der dann einen Zündpuls auf den Zündtransformator 40 gibt. Damit ist ein hoher Spannungspuls von 5 bis 25 kV an der Lampe 3 erzeugt. Das Messfilter 5 weist einen Spannungsteiler 50, 51 mit zwei Widerständen 50 und 51, einen Verstärker 52, eine erste Abtast- und Haltestufe 53 mit einem Schalter

54 und einem Kondensator 55, eine zweite Abtast- und Haltestufe 56 mit einem Schalter 57 und einem Kondensator 58, einen ersten Impedanzwandler 59, einen zweiten Impedanzwandler 60, einen Addierer 61, zwei flankengesteuerte Signalgeber 62 und 63, auch Trigger genannt, und einen Ausgang 64 auf. Die Steuerung 27 steuert über die elektrisch leitfähige Verbindung 31 und die Signalgeber 62 und 63 die Schalter 54 und 57 der Abtast- und Haltestufen 53 und 56. Der Addierer 61 arbeitet mit einem Verstärker 65 und drei Widerständen 66, 67 und 68.

Das Messfilter 5, der A/D Wandler 6 und die Steuereinheit 7 sind Teile eines zweiten Regelkreises 80.

Die Steuereinheit 7 weist einen dritten inneren Regelkreis 81 und einen Regler 82 auf. Der dritte innere Regelkreis 81 weist eine Rechnerschaltung 83, eine Vergleichsschaltung 84, im folgenden auch als Vergleicher bezeichnet, und einen Speicher 85 auf. An einem Ausgang 86 der Rechnerschaltung 83, in der eine Modellformel mit frei wählbaren Parametern realisiert ist, stehen digitalisierte Werte einer Modellspannung an, die einem Modell entsprechen. Über eine elektrisch leitfähige Verbindung 87 ist dem Vergleicher 84 ein Signal zugeführt, das den Zeitpunkt der Kommutierung kennzeichnet.

Ausgangsspannung und/oder -strom des Schaltwandlers 2 für die Lampe 3 werden durch zyklisches Ein- und Ausschalten des Schalters 22 eingestellt. Während der Schalter 22 eingeschaltet ist, liegt an der Konverterspule 24 eine Spannung  $U_{V1} - U_{C1}$  an, die sich aus der Spannung  $U_{V1}$  der Gleichspannungsquelle 4 und der Spannung  $U_{C1}$  über dem Kondensator 25 ergibt. Dies führt dazu, dass der Strom in der Konverterinduktivität 24 größer wird. Da sowohl  $U_{V1}$  als auch  $U_{C1}$  in erster Näherung konstant sind, ergibt sich ein linearer Anstieg des Stromes. Bei Erreichen einer vorgegebenen Schaltbedingung wird der Schalter 22 ausgeschaltet, der Strom fließt dann über die Diode 23. Die Spannung beträgt dann  $-U_{C1}$ , der Strom fällt linear wieder ab. Mittels des Kondensators 25 und innerhalb der Zündstufe 21 werden die Spannungsschwankungen zumindest teilweise gefiltert.



Während des Einschwingvorganges nach dem Einschalten der Schaltung 1 ist der zweite Regelkreis 80 inaktiv. Der Strom innerhalb der Konverterinduktivität 24 besitzt eine feste Form, die durch den relativen Betrag des Stromes und die Zeitpunkte der Stromrichtungsumkehr beschrieben ist. Eine Randbedingung für die Lampe 3 ist eine gewünschte Lampenleistung, die auch als Sollwert des ersten Regelkreises 33 bezeichnet ist. Der erste Regelkreis 33 misst also die Lampenspannung und stellt den absoluten Betrag des Stromes so ein, dass die Sollleistung erreicht ist. Dieses Verfahren wird während des stationären Betriebes der Lampe 3 ständig in kurzen Abständen wiederholt.

10

Der dritte Regelkreis 81, auch als Lampenbeobachter bezeichnet, verwendet zeitaufgelöst gemessene Spannungswerte der Lampe 3, die am Ausgang 64 des Messfilters 5 abgegriffen sind. Diese werden mit den aus der Modellformel berechneten Modellspannungswerten im Vergleicher 84 verglichen. Die Modellformel wird nachfolgend auch Modellgleichung genannt. Der dritte Regelkreis 81 beeinflusst dann in Abhängigkeit von einer Differenz zwischen Modellspannung und gemessener Spannung Parameter der Modellformel, die im Speicher 85 abgelegt sind. Nach Einschalten der Schaltung 1 werden als Anfangsparameter Betriebsparameter einer neuen Lampe abgespeichert. Anfangs gesetzte Anfangsparameter werden während des Einschwingvorgangs individuellen Parametern der angeschlossenen Lampe 3 angeglichen und schließlich durch diese ersetzt. Anders ausgedrückt: Mittels des dritten Regelkreises 81 sind die im Speicher 85 abgespeicherten Parameter individuellen Parametern der angeschlossenen Lampe 3 anpassbar. Ein Abbild der individuellen Parameter ist im dritten Regelkreis 81 erzeugt und im Speicher 85 für den zweiten Regelkreis 80 zur Verfügung gestellt. Danach werden die individuellen Parameter der angeschlossenen Lampe 3 nunmehr zur Optimierung des Lampenbetriebs im zweiten Regelkreis 80 berücksichtigt. Diese individuellen Parameter werden als Betriebsparameter dann vom Regler 82 bewertet und zur Bestimmung einer verbesserten Stromform, einem angepassten Leistungssollwert oder von änderbaren Stromrichtungsumkehrzeiten verwendet.

30

Der erste Regelkreis 33 regelt die Lampenleistung auf einen eingestellten Sollwert. Der zweite Regelkreis 80 regelt die Betriebsart der Lampe 3 in Reaktion auf die individuellen Parameter der Lampe 3 oder anders ausgedrückt: der zweite Regelkreis 80 regelt die individuellen Parameter der Lampe 3 durch eine Beeinflussung der Betriebsart. Der dritte Regelkreis 81 regelt ein gespeichertes Abbild von Anfangsparametern zur optimalen Übereinstimmung mit individuellen Parametern der angeschlossenen Lampe 3.

Die Einstellung mittels des Reglers 82 verändert die im Schaltwandler 2, im folgenden auch Treiber genannt, speziell die in der Steuerung 27 abgespeicherten Werte für Sollleistung, Stromform und Zeitpunkte der Stromrichtungsumkehr. Die Frequenz liegt zwischen 0,5 und 20.000 Hz, vorzugsweise zwischen 30 und 1000 Hz. Eine Pulsdauer liegt zwischen 1 und 25 % der Halbperiode, vorzugsweise zwischen 4 und 8 %. Pulse und ein gepulster Betrieb sind unter anderem in der EP 1 152 645 A1 näher erläutert. Die relative Pulshöhe liegt zwischen 0 und 1000 % des mittleren Stromes, vorzugsweise zwischen 100 und 400 %, in absoluten Werten sind dies 0 bis 10 A, vorzugsweise 0,5 bis 4 A, insbesondere 2,6 A. Als Tastverhältnis sind die beiden aufeinander folgenden Zeitdauern definiert, in denen der Strom zunächst in die eine Richtung und dann in die andere Richtung durch die Lampe 3 fließt. Im Normalbetrieb beträgt das Tastverhältnis 50 %, möglich ist auch ein Tastverhältnis von 1 bis 99 %, in vorteilhafter Weise werden 20 bis 80 % bei einer Leistung von 25 bis 180 W, vorzugsweise 100 bis 140 W bei einer Nennleistung von 120 W verwendet. Grenzen für die Einstellung ergeben sich aus technischen Gründen in Abhängigkeit von dem Treiber 2, von der Lampe 3 und einem verwendeten Daten- und Videoprojektor.

Figur 2 zeigt ein Zeitdiagramm mit einem Taktsignal 90 für einen ein- und einen ausgeschalteten Zustand des Schalters 22 zu Zeiten 91 und 92 und mit einer ansteigenden Flanke 93 zu einem Zeitpunkt  $t_1$  und mit einer abfallenden Flanke 94 zu einem Zeitpunkt  $t_2$ . Das Taktsignal schwingt mit einer Frequenz von 50 KHz, das sind 20  $\mu$ s pro Periode oder 1 ms für fünf Perioden.

Figur 3 zeigt ein Zeitdiagramm mit einem Stromsignal 95 durch die Konverterinduktivität 24. Zu den Zeitpunkten  $t_1$  und  $t_2$  werden ein Minimalwert 96 und ein Maximalwert 97 des Stromsignals 95 erreicht und der Strom ändert seine Richtung, die Zeitpunkte  $t_1$  und  $t_2$  kennzeichnen Stromrichtungsumkehrzeiten.

5

Figur 4 zeigt einen sinusförmigen Spannungsverlauf 98 über den Kondensator 25. Jeweils mit Einschalten des Schalters 22 zu dem Zeitpunkt  $t_1$  wird in der Abtast- und Haltestufe 53 ein Spannungswert 99 und mit Ausschalten des Schalters 22 zum Zeitpunkt  $t_2$  ein zweiter Spannungswert 100 abgetastet. Die beiden Werte 99 und 100 werden über den Spannungsteiler 50, 51 abgegriffen und dem Spannungsteiler 50, 51 entsprechende Werte werden in dem Addierer 61 aufsummiert.

10

Somit ist die erste Abtast- und Haltestufe 53 jeweils beim Einschalten des Schalters 22 getriggert und speichert daher den dem Spannungswert 99 entsprechenden Wert, während der Wandlerstrom 95 den Minimalwert 96 erreicht. Die zweite Abtast- und Haltestufe 56 wird beim Ausschalten des Schalters 22 getriggert und speichert den dem Wert 100 entsprechenden Wert, während der Wandlerstrom 95 den Maximalwert 97 erreicht. Der Addierer 61 summiert die beiden dem Spannungsteiler 50, 51 entsprechenden Spannungswerte, somit ist an dem Ausgang 64 zu jedem Zeitpunkt  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$  und  $t_6$  ein einem Mittelwert entsprechendes Signal abgreifbar. Dieses Signal kann anschließend zu beliebigen Zeitpunkten  $t_3 - t_6$ , also asynchron, und mit beliebigen Abtastraten verwendet werden. Damit ist hier eine störungsarme Messung der Spannung am Kondensator 25 erzielt, ein Messwert ist ohne Störungen durch den Schaltwandler 2 abgreifbar.

15

20

Als Eingangssignale benötigt das Messfilter 5 lediglich die zu messende Größe, die an dem Messpunkt 28 und über den Spannungsteiler 50, 51 abgegriffen ist, und das Schaltsignal des Schalttransistors 22 des Schaltwandlers 2, das vor dem Umsetzer 26 abgegriffen ist. Das zu messende Signal 98 wird zunächst durch eine erste als Impedanzwandler arbeitende Verstärkerstufe 52 stabilisiert, damit die sich anschließenden Abtast- und Haltestufen 55 und 58 zuverlässig arbeiten können. Bei ansteigender Flanke 93 des

30

Schaltsignals auf der elektrisch leitfähigen Verbindung 31 aus dem Schaltwandler 2 erzeugt der Trigger 62 einen kurzen Puls, der den Schalter 54 kurzzeitig einschaltet. Der Kondensator 55 wird auf den zu diesem Zeitpunkt anliegenden Spannungswert aufgeladen. Hinter dem Kondensator 55 folgt ein Impedanzwandler 59. Dadurch ist der Kondensator 55 sehr hochohmig abgeschlossen und hält diesen Spannungswert anschließend konstant. Derselbe Vorgang wird von dem Trigger 63, dem Schalter 57, dem Kondensator 58 und dem Impedanzwandler 60 bei der abfallenden Schaltflanke 94 ausgeführt. Damit stehen jederzeit Werte zur Verfügung, die den zum Zeitpunkt des Ein- und Ausschaltens des Schalters 22 gemessenen Werten 99, 100 entsprechen. Anschließend werden diese Werte durch den weiteren Verstärker 65 sowie die Widerstände 66, 67 und 68 summiert und zur weiteren Verwendung an dem Ausgang 64 bereitgestellt.

Die Gasentladungslampe 3, insbesondere Hochdruckgasentladungslampe, englisch als High Intensity Discharge Lamp oder abgekürzt als HID-Lampe bezeichnet, ist mit einem rechteckförmigem Wechselstrom betrieben. Insbesondere ist eine Höchstdruck Gasentladungslampe verwendet, englisch auch als Ultra High Pressure, Ultra High Performance oder abgekürzt als UHP Lampe bezeichnet. Die Spannung an der Lampe ist dabei ebenfalls näherungsweise rechteckförmig. Wird jedoch der Verlauf der Spannung genauer betrachtet, so zeigt sich eine charakteristische Abweichung vom Rechteck. Diese Abweichung wird in erster Linie durch das Verhalten des Plasmabogens an der Kathode verursacht, insbesondere ist die Abweichung abhängig von einer Fläche, mit der der Plasmabogen an der Kathode ansetzt. Durch eine Messung und Auswertung des Spannungsverlaufs unter der Voraussetzung einer intakten Lampe sind die individuellen Parameter der Lampe 3 bestimmbar, die die Verhältnisse innerhalb der Gasentladungslampe wie Elektrodenabstand, relative Temperatur der beiden Elektroden, jeweils für die in einer Halbperiode als Kathode arbeitende Elektrode, geometrische Ausformung der Elektroden spitze, Schmelzzustand der Elektroden, Flächenänderung des Kathodenbogenansatzes und einer Sprungneigung des Plasmabogens widerspiegeln.

Dabei ist zugrunde gelegt, dass sich die Lampenspannung aus einem Spannungsabfall an Zuleitungen und im Elektrodenmaterial als Ohmscher Widerstand, einem näherungsweise konstanten Spannungsabfall an der Anode, einem vom Emissionsverhalten der Elektrode beeinflusster Spannungsabfall und daraus resultierendem Bogenzustand vor der Kathode und einer von Druck, Plasmatemperatur und Bogenlänge abhängigen Plasmaspannung über der eigentlichen Bogenentladung zusammensetzt.

Figur 5 zeigt einen Spannungsverlauf 101 über die Zeit  $t$ , der in vier Bereiche 102, 103, 104 und 105 eingeteilt ist. Der Spannungsverlauf 101 in dem ersten Bereich 102 ist im wesentlichen durch die Gestalt der Elektrodenspitze bestimmt. Die Elektrodenspitze ist im Englischen als tip of the electrode bezeichnet. Die Spannung in diesem Bereich 102 ist daher als  $U_{\text{Tip}}$  bezeichnet, ein zugehöriger Zeitwert mit  $\tau_{\text{Tip}}$ . Der Spannungsverlauf 101 in dem zweiten Bereich 103 ist im wesentlichen von der Temperatur des verdickten, mit einer Wolfram Spule umwickelten Teils der Elektrode bestimmt. Die Spule ist im Englischen als coil bezeichnet. Die Spannung in diesem Bereich 102 ist daher als  $U_{\text{Coil}}$  bezeichnet, ein zugehöriger Zeitwert mit  $\tau_{\text{coil}}$ . Der Spannungsverlauf 101 in dem dritten Bereich 104 ist im wesentlichen durch die Veränderung des Bogenansatzes an der Kathode bestimmt und beschreibt einen Übergang der Elektronen von der Kathode in den Plasmabogen. Der Übergang ist im Englischen als Transition bezeichnet. Kenngrößen dieses Bereichs 104 sind daher mit dem Zusatz trans versehen. Der Spannungsverlauf 101 in dem vierten Bereich 105 wird dadurch bestimmt, dass der Bogenansatz punktförmig kontrahierbar ist. Der Bogenansatz geht also von einem diffusen flächigen Ansatz in einen punktförmig auf eine Stelle kontrahierten Ansatz über. Dies wird englisch mit Spot als Bezeichnung für eine punktförmige Stelle übersetzt. Kenngrößen dieses vierten Bereichs 105 sind daher mit die Bezeichnung spot versehen. Der dritte und vierte Bereich treten nicht in jedem Fall auf.

Allgemein lässt sich dieser Verlauf 101 mit folgender Formel beschreiben:

$$U_{(n)} = U_{\text{Plasma}} - 2 * U_{\text{Arc}} + U_{\text{Tip}} * \left[ 0,5 - e^{-\left(\frac{n * \Delta t}{\tau_{\text{Tip}}}\right)} \right] + \left[ U_{\text{Coil}} * \left( 1 - e^{-\left(\frac{n * \Delta t}{\tau_{\text{Coil}}}\right)} \right) + U_{\text{Arc}} * \left( 1 - \tanh \left( S_{\text{Trans}} * \left[ n - \frac{t_{\text{Trans}}}{\Delta t} \right] \right) \right) \right]$$

Eine Spannungsdifferenz 106 ist beschreibbar mit einem Term:

$$2 * \left[ U_{\text{Coil}} * \left( 1 - e^{-\left(\frac{t_{\text{Trans}}}{\tau_{\text{Coil}}}\right)} \right) + U_{\text{Arc}} \right]$$

5

Die freien Parameter  $U_{\text{Plasma}}$ ,  $U_{\text{Tip}}$ ,  $U_{\text{Coil}}$ ,  $\tau_{\text{Tip}}$ ,  $U_{\text{Arc}}$ ,  $t_{\text{trans}}$  und  $S_{\text{Trans}}$  sind im Speicher 85 abgespeichert und werden mittels des inneren Regelkreises 81 nachgeregelt.

Die Formel ist in der Rechnerschaltung 83 umgesetzt mit  $n$  als Nummer des Abtastwertes, die bei jedem Polaritätswechsel mit 0 startet, und  $\Delta t$  ist die Zeit zwischen zwei Abtastwerten.  $\Delta t$  liegt vorzugsweise zwischen 5 und 200  $\mu\text{s}$ , in diesem Fall bei 10  $\mu\text{s}$ . Die Dauer  $\tau_{\text{Coil}}$  ist fest auf 100ms eingestellt.  $\tau_{\text{Tip}}$  und  $\tau_{\text{Coil}}$  sind Zeitkonstanten erster Ordnung.

15 Die Formel setzt sich aus vier Summanden zusammen. Der erste Summand  $U_{\text{Plasma}}$  ist in dem ersten Bereich 102 dargestellt und liegt in einer Größenordnung zwischen 55 V und 130 V, für eine neue Lampe sind 75 V typisch.  $U_{\text{Plasma}}$  ist kennzeichnend für den Elektrodenabstand, der bei einer neuen Lampe bei 1mm liegt, und den Spannungsabfall über der Anode. Der zweite Summand  $-2 U_{\text{Arc}}$  ist ein Korrekturwert, der sich im  
20 Zusammenhang mit dem vierten Summanden  $(U_{\text{Coil}} * ...) * (1 - \tanh(...))$  ergibt. Der dritte Summand  $U_{\text{Tip}} * (0,5...)$  beschreibt die Funktion im ersten Bereich 102.  $U_{\text{Tip}}$  liegt in einem Bereich von 0 V bis 6 V, für eine neue Lampe sind 1,5 V typisch.  $U_{\text{Tip}}$  ist kennzeichnend für die Rundung der Elektrodenspitze.

Der vierte Summand beschreibt die beiden Bereiche 103 und 104, wobei  $U_{\text{Coil}}$  einen Spannungswert in den Bereichen 103 und 104 markiert und in der Größenordnung zwischen 0 V und 65 V liegt, für eine neue Lampe sind 5 V typisch. Je kleiner  $U_{\text{Coil}}$  ist, desto höher ist die Temperatur.  $\tau_{\text{Tip}}$  liegt in einem Bereich zwischen 30  $\mu\text{s}$  und 500  $\mu\text{s}$ , für eine neue Lampe ergeben sich typischerweise 150  $\mu\text{s}$ .  $\tau_{\text{Tip}}$  ist kennzeichnend für die Rundung der Spitze.  $U_{\text{arc}}$  liegt in einem Bereich zwischen -2 V und 2 V und ist ein Korrekturfaktor.  $t_{\text{trans}}$  liegt in einem Bereich zwischen 0,1 ms und dem Ende des Rechtecks. Tritt  $t_{\text{trans}}$  nicht auf, so entsteht kein punktförmiger Ansatz an der Kathode.  $S_{\text{Trans}}$  ist die Steilheit im Bereich 104, liegt in einem Bereich zwischen 0,01 und 10 und ist kennzeichnend für den Übergang des Bogenansatzes. Diese Parameter sind mittels des inneren Regelkreises 81 einstellbar. Auch sind diese Parameter als Alternative von einem Programm anpassbar.

Eine Resonanzfrequenz  $f_{\text{resonanz}}$  zwischen 1.500 und 7.000 Hz kennzeichnet eine eventuell vorhandene geschmolzene Spitze und bei 10.000 Hz ist die Elektroden Spitze vollständig erstarrt. Für eine neue Lampe liegt die Resonanzfrequenz bei 5.000 Hz. Eine Resonanz zeigt Größe und Volumen einer aufgeschmolzenen Spitze an und damit zugleich auch die Temperatur. Die Resonanz wird direkt durch Analyse der Lampenspannung im Frequenzbereich ermittelt.

Nach einem Stromrichtungswechsel steht ein Plasmabogen zuerst breitflächig, also diffus, an einer Kathode der Gasentladungslampe 3 an. Im Bereich 104 wechselt der Plasmabogen von dem breitflächigen an der Kathode angreifenden Zustand auf den punktförmig an der Kathode angreifenden Zustand. Die Sprungfunktion im dritten Bereich 74 steht für diesen Wechsel des Bogenzustandes an der Kathode. An der Anode greift der Plasmabogen immer breitflächig an.

Somit stehen bestimmte Teile des Lampenspannungsverlaufs 101 in engem Zusammenhang mit dem inneren Zustand der Lampe 3. Diese Teile sind im Wesentlichen durch ihr zeitliches Verhalten voneinander trennbar: Verlauf unmittelbar nach Kommutierung,

- wiedergegeben im Bereich 102 mit dem Summanden  $U_{Tip} \cdot (0,5 - e...)$ , Rampe, wiedergegeben im Bereich 103 mit dem Summanden  $U_{Coil}$ , mittlere Spannung, wiedergegeben durch  $U_{Plasma}$ . Um diese Verhältnisse auszunutzen sind relativ kleine Spannungsvariationen, die der rechteckförmigen Spannung überlagert sind, zu messen und den
- 5 Lampenparametern zuzuordnen.

- Die Formel innerhalb der Rechnerschaltung 83 ist mittels der variablen Parameter änderbar. Während des Betriebs werden die Spannungswerte an der Lampe 3 gemessen, im Messfilter 5 gefiltert, im A/D Wandler 6 digitalisiert und mit Digitalwerten aus der
- 10 Rechnerschaltung 83, die an dem Ausgang 12 anliegt, verglichen. Durch Berechnungen sind aus dem so ermittelten Fehler neue Parameter für den Speicher 85 ermittelbar. die Berechnung wird abschnittsweise für jeweils eine Halbperiode durchgeführt.

- Der Schaltwandler 2, im folgenden auch Lampentreiber genannt, versorgt die Lampe 3.
- 15 Dazu erzeugt er einen in der Steuerung 27 programmierten Stromverlauf. Der Treiber 2 liefert das Kommutierungstaktsignal an die Rechnerschaltung 83. Der Speicher 85 enthält als Parameter aktuelle Kenngrößen der angeschlossenen Lampe 3. Im ersten Durchlauf sind dies die typischen Werte für eine neue Lampe 3 oder anders ausgedrückt: anfangs gesetzte Parameter sind Parameter einer neuen Lampe (3). Die Rechnerschaltung
- 20 83 stellt an dem Ausgang 86 die Modellspannung zur Verfügung. Dies ist der Spannungsverlauf, den eine Lampe 3 mit den gegebenen Parametern und Stromwerten haben sollte. Die tatsächliche Lampenspannung wird an der Lampe 3 abgegriffen, gemessen und in dem Vergleichsschaltung 84 mit der Modellspannung, also dem berechneten Verlauf, verglichen. Die Vergleichsschaltung 84 gibt ein Korrektursignal, das eine
- 25 Abweichung zwischen der Modellspannung und dem gemessenen Wert darstellt, an den Speicher 85. Mittels des Korrektursignals sind die Parameter innerhalb des Speichers 11 korrigierbar. Damit ist die Modellspannung in jedem Durchlauf der tatsächlichen Lampenspannung besser angleichbar. Im stationären Betrieb sind die Parameter innerhalb des Speichers 85 genau die der angeschlossenen Lampe 3.



Aus den Parametern lassen sich Steuerungswerte ableiten, die ebenfalls in dem Speicher 85 abgespeichert sind und die den Regler 82 ansteuern. Die Rechnerschaltung 83, die Vergleichsschaltung 84, der Speicher 85 und der Regler 82 sind alternativ auch als  $\mu C$  oder als Signalprozessor realisierbar oder in der Steuereinheit 27 integrierbar, um den Lampenbetrieb zu optimieren oder Fehler zu erkennen.

Im niederfrequenten Bereich verhält sich die Lampe 3 in erster Näherung wie eine konstante Gegenspannung. Das heißt, dass die Spannung an der Lampe 3 weitestgehend unabhängig vom Strom ist. Lediglich die Richtung der Spannung wechselt mit der Stromrichtung. Bei einer Speisung mit einem rechteckförmigem Wechselstrom ist eine ebensolche rechteckförmige Spannung erhältlich. Dieser ist eine kleine zeitlich variierende Spannung überlagert, die wesentlich für die Modellbildung ist. Die Elektroden arbeiten abwechselnd pro Halbperiode als Kathode.

In Figur 5 ist der typische Verlauf des absoluten Wertes der Lampenspannung dargestellt. Die Spannung ist mittels der zwei Zeitkonstanten  $\tau_{Tip}$  und  $\tau_{Coil}$  beschrieben und weist die Stufe auf, hinter der sich die Spannung auf einen niedrigen Wert einstellt. Der gesamte Effekt hat eine Amplitude von wenigen Prozenten der Gesamtspannung. Gelegentlich kommt noch eine Schwingung kleiner Amplitude hinzu. Die Parameter für die Formel sind dann die beiden Zeitkonstanten  $\tau_{Tip}$  und  $\tau_{Coil}$ , Form und Lage der Stufe sowie eine Amplitude einer eventuellen Resonanz. Die Formel beinhaltet noch den Spannungswert  $U_{Plasma}$  für die Komponenten Bogen- und Anodenfall, der ein Maß für den Elektrodenabstand ist. Die erste kürzere Zeitkonstante  $\tau_{Tip}$  gibt eine Information über die Form des Spitzenbereichs der Elektrode. Die zweite Zeitkonstante  $\tau_{Coil}$  beschreibt die Elektrodentemperatur beziehungsweise die Emission. Eine Resonanz zeigt Größe und Volumen einer aufgeschmolzenen Spitze an und damit zugleich auch die Temperatur.

In dem inneren Regelkreis 81 ist ein Verfahren verwirklicht, mit dem der Verlauf der Lampenspannung über eine Periode des Lampenstromes analysiert wird. Verschiedene innere Zustände der Lampe, wie Elektrodentemperatur, Bogenzustand, Elektroden-

abstand und Schmelzzustand der Elektroden erzeugen charakteristische Signaturen im periodischen Spannungsverlauf der Lampe. Durch den Vergleich der gemessenen Lampenspannungsform mit diesen charakteristischen Verläufen, die vorab gewonnen sind, kann im Betrieb auf die inneren Zustände der Lampe 3 geschlossen werden.

5

Aus einer Analyse der Parameter sind verschiedene Anforderungen für den Lampenstrom ermittelbar.

10 Einem ansteigenden Elektrodenabstand kann durch Zugabe eines Strompulses oder Erhöhen eines bereits vorhandenen Strompulses vor einer Kommutierung begegnet werden. Eine Reduzierung oder ein Abschalten des Strompulses vor der Kommutierung stoppt einen geringer werdender Elektrodenabstand. Ein Strompuls nach der Kommutierung stoppt ebenfalls einen geringer werdenden Elektrodenabstand oder vergrößert einen Elektrodenabstand.

15

Die Parameter für eine relative Temperatur, Spitzenform und Schmelzzustand hängen eng zusammen, eine für beide Elektroden gleiche Temperatur mit geschmolzener runder Spitze ist günstig. Diese Einstellung und Balance kann durch eine Änderung der jeweiligen Pulsamplituden vorgenommen werden.

20

In weiteren Projektoren wird häufig ein konstanter Lichtstrom ohne Pulsströme gefordert.

25 Eine ausgeglichene Temperatur für beide Elektroden, so dass eine gleiche Spitzenform und ein gleicher Schmelzzustand erreicht ist, ist durch eine Einstellung des Verhältnisses der Dauer von positiver und negativer Lampenstromhalbwelle des Wechselstroms erzielbar.

30 Aufgrund einer Frequenzerhöhung werden die Zeitabstände zwischen zwei aufeinander folgende Polaritätswechsel geringer. Die Sprungfunktion hat sich dem nachfolgenden Polaritätswechsel angenähert und der Bereich 105 ist in vorteilhafter Weise gering

gehalten. Ein ungünstiger zeitlicher Verlauf des Durchmessers des Kathodenbogensatzes wird somit durch eine Frequenzerhöhung der Frequenz kompensiert. Bei höherer Frequenz tritt die Sprungfunktion nicht mehr auf.

- 5 Mittels einer geringeren Lampenleistung ist eine geringere Elektrodentemperatur erzielbar. Dazu ist die Temperatur beider Elektroden aus dem Parameter  $U_{\text{Coil}}$  abgeleitet.

Das Verfahren ist dazu genutzt, die Belastung der Elektroden in einem engen Bereich konstant zu halten. Hierdurch kann eine Verlängerung der Lebensdauer der Lampe  
10 erreicht werden, insbesondere eine Verlängerung der Betriebsphase mit optimaler Lichtausbeute. Eine optimale Lichtausbeute ist dann erzielt, wenn bei einem gleich bleibenden Bogenabstand ein kurzer Lichtbogen erzeugt ist.

Figur 6 zeigt einen ersten Spannungsverlauf 111 für in einer ersten Halbperiode errechnete Spannungswerte und einen zweiten Spannungsverlauf 112 für in einer zweiten  
15 Halbperiode errechnete Spannungswerte für eine 120 W Philips UHP Lampe mit einem Nennelektrodenabstand von 1 mm und einem Nenndruck von 230 bar. In der ersten Halbperiode arbeitet die erste Elektrode als Kathode, in der zweiten Halbperiode arbeitet die zweite Elektrode als Kathode.

20 Figur 7 zeigt einen dritten Spannungsverlauf 113 für in einer ersten Halbperiode gemessene Spannungswerte und einen zweiten Spannungsverlauf 114 für in einer zweiten Halbperiode gemessene Spannungswerte für dieselbe Lampe mit einem Nennelektrodenabstand von 1 mm und einem Nenndruck von 230 bar. Die Verläufe 113 und  
25 114 sind aufgrund von Störungen zickzackförmig.

Die Verläufe 111 und 112 sind jeweils der in einer Halbperiode als Kathode arbeitenden Elektrode zugeschrieben. Zur Bewertung dieser Form ist die Modellfunktion verwendet, deren Parameter vom Programm in der Rechnerschaltung 83 so eingestellt werden, dass  
30 sie möglichst exakt dem gemessenen Verlauf entspricht. Als Parameter ist für die erste

Elektrode  $U_{\text{Plasma}}$  mit 88,54 V,  $U_{\text{Tip}}$  mit 1,61 V,  $U_{\text{Coil}}$  mit 6,13 V,  $\tau_{\text{Tip}}$  mit  $1,0 \cdot 10^{-4}$  s,  $U_{\text{arc}}$  mit 0,33 V,  $\tau_{\text{trans}}$  mit  $4,97 \cdot 10^{-3}$  s,  $S_{\text{Trans}}$  mit 0,03 und  $f_{\text{resonanz}}$  mit 10.000,00 Hz angegeben. Als Parameter ist für die zweite Elektrode  $U_{\text{Plasma}}$  mit 88,56 V,  $U_{\text{Tip}}$  mit 1,76 V,  $U_{\text{Coil}}$  mit 4,69 V,  $\tau_{\text{Tip}}$  mit  $1,0 \cdot 10^{-4}$  s,  $U_{\text{arc}}$  mit 0,26 V,  $\tau_{\text{trans}}$  mit  $4,97 \cdot 10^{-3}$  s,  $S_{\text{Trans}}$  mit 0,03 und  $f_{\text{resonanz}}$  mit 10.000,00 Hz angegeben.

Ein Wert von 88,5V für  $U_{\text{Plasma}}$  gilt für eine schon etwas ältere, länger im Betrieb arbeitende Lampe 3, der Elektrodenabstand ist durch Verdampfung vergrößert. Die Lampe 3 wird mit einer Frequenz von 100 Hz betrieben, daher ist eine Halbperiode 5 ms lang. Dargestellt ist ein Zeitverlauf über 4,97 ms, weil einige vordere und hintere Abtastwerte als Schutz gegen Störungen unterdrückt sind. Werte größer 1V für  $U_{\text{Tip}}$  zeigen eine noch leicht gerundete Elektrodenspitze an. Steigende Werte für  $U_{\text{Coil}}$  bedeuten eine kältere Elektrode. Bei einem Spannungsverlauf 111 der ersten Elektrode mit einer stärkeren Steigung als ein Spannungsverlauf 112 der zweiten Elektrode ist ersichtlich, dass die erste Elektrode etwas kälter ist als die zweite Elektrode. Kleinere Zeitkonstanten für  $t_{\text{Tip}}$  zeigen flachere Elektrodenspitzen an.  $U_{\text{arc}}$  ist der Korrekturwert. Ein Zeitpunkt des Wechsels zwischen dem diffusen und dem spot Zustand des Bogens in dem Bereich 104 ist mit  $t_{\text{Trans}}$  bezeichnet. Wiedergegeben ist ein Messintervall für die Bereiche 102 und 103 mit 496 Messwerten im Abstand von  $10\mu\text{s}$ , das entspricht 4,97 ms. Die Steilheit des Spot Überganges ist mit  $S_{\text{Trans}}$  bezeichnet. Eine Resonanzfrequenz  $f_{\text{resonanz}}$  zwischen 1.500 und 7.000 Hz kennzeichnet eine eventuell vorhandene geschmolzene Spitze und bei 10.000 Hz ist die Elektroden Spitze vollständig erstarrt.

Um ungleiche Elektrodentemperaturen zu kompensieren, nutzt man den physikalisch bedingten Effekt, dass die Elektrode in der Anodenphase stärker geheizt wird als in der Kathodenphase. Dadurch lässt sich durch eine Anpassung des Verhältnisses der Zeitdauer der Anodenphase zur Zeitdauer der Kathodenphase die Heizleistung zwischen den beiden Elektroden verschieben. In dem Regelkreis 81 sind hierzu die  $U_{\text{Coil}}$  Werte der beiden Elektroden verglichen und das Tastverhältnis des Versorgungsstromes ist so lange verschiebbar, bis beide Temperaturwerte gleich sind. Da sich die Verhältnisse in

- der Lampe nur langsam ändern, ist als Regler 82 vorzugsweise ein langsamer und integrierender Regler eingesetzt. Als vereinfachter Ablauf ergibt sich mit einer ersten Phase des Wechselstroms und der ersten Elektrode als Anode bei einem Tastverhältnis von 50 % als Startwert oder einem gespeicherten Tastverhältnis aus einem vorhergehenden Betrieb für einen Programmablauf: Vergleiche erstens  $U_{Coil}$  der beiden Elektroden 1 und 2, wenn  $U_{Coil,E1}$  größer als  $U_{Coil,E2}$  ist, dann erhöhe zweitens das Tastverhältnis um 0,01 %, oder wenn  $U_{Coil,E1}$  kleiner als  $U_{Coil,E2}$  ist, dann reduziere zweitens das Tastverhältnis um 0,01 %, oder wenn  $U_{Coil,E1}$  gleich  $U_{Coil,E2}$  ist, dann erhöhe oder reduziere Tastverhältnis um 0,01 % in Richtung 50 %, dann warte 1 Sekunde und wiederhole Vorgang. Diese Methode erlaubt den automatischen Ausgleich von fertigungstoleranz- sowie einbau- oder aufstellungsbedingten Temperaturunterschieden und kann dadurch die Lampenlebensdauer erhöhen. Dabei kann eine vertikale Brennlage der Lampe berücksichtigt sein.
- Figur 8 zeigt einen gemessenen Spannungsverlauf 121 und einen berechneten Spannungsverlauf 122.  $U_{Plasma}$  des gemessenen Spannungsverlaufes wird nunmehr so gesetzt, dass die beiden Verläufe 121 und 122 einen gemeinsamen Schnittpunkt 123 zum Zeitpunkt  $t_{10}$  aufweisen. Dann ist zum Zeitpunkt  $t_{11}$  eine Differenz 124 zwischen gemessenem Spannungswert 125 und berechnetem Spannungswert 126 zur Einstellung von  $U_{Tip}$  messbar. Zum Zeitpunkt  $t_{12}$  ist eine Differenz 127 zwischen gemessenem Spannungswert 128 und berechnetem Spannungswert 129 zur Einstellung von  $U_{Coil}$  und zum Zeitpunkt  $t_{13}$  eine Differenz 130 zwischen gemessenem Spannungswert 131 und berechnetem Spannungswert 132 zur Einstellung von  $U_{arc}$  messbar. Zu Zeitpunkten, die den Zeitpunkten  $t_{11}$ ,  $t_{12}$  und  $t_{13}$  nahe oder weiter entfernt liegen, werden Werte gemessen, die der Kontrolle dienen. Die gemessenen Spannungswerte 125, 128 und 131 sind Betriebsdaten der Lampe.

# BEZUGSZEICHENLISTE

5

1	Schaltung	50	Spannungsteiler/Widerstand
2	Schaltwandler	51	Spannungsteiler/Widerstand
3	Gasentladungslampe	52	Verstärker
4	Spannungsversorgung	53	erste Abtast-und Haltestufe
5	Messfilter	54	Schalter
6	A/D Wandler	55	Kondensator
7	Steuereinheit	56	zweite Abtast-und Haltestufe
8		57	Schalter
9		58	Kondensator
10		59	Impedanzwandler
11		60	Impedanzwandler
12		61	Addierer
20	Kommutierungsstufe	62	flankengesteuerter Signalgeber
21	Zündstufe	63	flankengesteuerter Signalgeber
22	Schalter	64	Ausgang
23	Diode	65	Verstärker
24	Konverterinduktivität	66	Widerstand
25	Kondensator	67	Widerstand
26	Umsetzer	68	Widerstand
27	Steuerung	69	
28	Messpunkt	80	zweiter äußerer Regelkreis
29	elektrisch leitfähige Verbindung	81	dritter innerer Regelkreis
30	elektrisch leitfähige Verbindung	82	Regler
31	elektrisch leitfähige Verbindung	83	Rechnerschaltung
32	elektrisch leitfähige Verbindung	84	Vergleicher
33	erster Regelkreis	85	Speicher
34	Kommutierungssteuereinheit	86	Ausgang
35	Schalttransistor	87	elektrisch leitfähige Verbindung
36	Schalttransistor		
37	Schalttransistor	90	Taktsignal
38	Schalttransistor	91	eingeschalteter Zustand
39	erste Induktivität	92	ausgeschalteter Zustand
40	Zündtransformator	93	ansteigende Flanke
41	Spule	94	abfallende Flanke
42	Spule	95	Strom / Spannungssignal
43	Zündungssteuereinheit	96	Minimalwert
44	Kondensator	97	Maximalwert
45	elektrisch leitfähige Verbindung	98	Spannungsverlauf
46			

- 101 Spannungsverlauf
- 102 Bereich
- 103 Bereich
- 104 Bereich
- 105 Bereich
- 106 Spannungsdifferenz
  
- 111 berechneter Spannungsverlauf 1.Hp
- 112 berechneter Spannungsverlauf 2.Hp
- 113 gemessener Spannungsverlauf 1.Hp
- 114 gemessener Spannungsverlauf 2.Hp
  
- 121 gemessener Spannungswert
- 122 berechneter Spannungswert
- 123 Schnittpunkt
- 124 Differenzwert
- 125 Betriebsdatum/gem. Spannungswert
- 126 berechneter Spannungswert
- 127 Differenzwert
- 128 Betriebsdatum/gem. Spannungswert
- 129 berechneter Spannungswert
- 130 Differenzwert
- 131 Betriebsdatum/gem. Spannungswert
- 132 berechneter Spannungswert

## PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltung (1) zum Betreiben einer Gasentladungslampe (3) mit einem Schaltwandler (2), der einen Schalter (22), eine Konverterinduktivität (24) und eine Steuerung (27) in einem Regelkreis (33) zur Messung einer Lampenspannung und Einstellung einer Sollleistung aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaltwandler (2) einen  
5 zweiten Regelkreis (80) aufweist.

2. Schaltung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Regelkreis (80) einen dritten inneren Regelkreis (81) aufweist.  
10

3. Schaltung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der dritte innere Regelkreis (81) eine Rechnerschaltung (83) aufweist.

15 4. Schaltung nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rechnerschaltung (83) von einem Kommutierungssignal gesteuert ist.

5. Schaltung nach Anspruch 2,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
dass der dritte innere Regelkreis (81) einen Speicher (85) aufweist.

6. Schaltung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass der zweite Regelkreis (80) einen integrierenden Regler (82) aufweist.



7. Schaltung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der zweite Regelkreis (80) ein Messfilter (5) aufweist.
- 5 8. Messfilter (5) für eine Schaltung (1) zum Betreiben einer Gasentladungslampe (3) mit einem Schaltwandler (2), der einen Schalter (22), eine Konverterinduktivität (24) und eine Steuerung (27) aufweist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Messfilter (5) zwei Abtast- und Haltestufen (53, 56) aufweist.
- 10 9. Messfilter (5) nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Messfilter (5) einen Addierer (61) aufweist.
- 15 10. Messfilter (5) nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Messfilter (5) von einem Taktsignal (90) gesteuert ist.
- 20 11. Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe (3) mit einem Schaltwandler (2), der einen Schalter (22), eine Konverterinduktivität (24) und eine Steuerung (27) in einem Regelkreis (33) zur Messung einer Lampenspannung und Einstellung einer Sollleistung aufweist,  
gekennzeichnet durch  
folgende Verfahrensschritte:
- 25 - Werte wenigstens eines sich über die Zeit ändernden Betriebsdatums (125, 128, 131) der Lampe (3) werden kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen,  
- die gemessenen Betriebsdaten (125, 128, 131) werden mit berechneten Betriebsdaten verglichen,  
- zur Berechnung notwendige Parameter werden angeglichen,
- 30 - ein Tastverhältnis eines Versorgungsstromes wird in Abhängigkeit von den angeglichenen Parametern gewählt.

12. Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe (3) mit einem Schaltwandler (2), der einen Schalter (22), eine Konverterinduktivität (24) und eine Steuerung (27) in einem Regelkreis (33) zur Messung einer Lampenspannung und Einstellung einer

5 Sollleistung aufweist,

gekennzeichnet durch

folgende Verfahrensschritte:

- Werte wenigstens eines sich über die Zeit ändernden Betriebsdatums (125, 128, 131) der Lampe (3) werden kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen,

10 - die gemessenen Betriebsdaten (125, 128, 131) werden mit berechneten Betriebsdaten verglichen,

- zur Berechnung notwendige Parameter werden angeglichen,

- eine Frequenz einer Wechselspannung oder eines Wechselstroms wird in Abhängigkeit von den angeglichenen Parametern gewählt.

15

13. Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe (3) mit einem Schaltwandler (2), der einen Schalter (22), eine Konverterinduktivität (24) und eine Steuerung (27) in einem Regelkreis (33) zur Messung einer Lampenspannung und Einstellung einer Sollleistung aufweist,

20 gekennzeichnet durch

folgende Verfahrensschritte:

- Werte wenigstens eines sich über die Zeit ändernden Betriebsdatums (125, 128, 131) der Lampe (3) werden kontinuierlich oder diskontinuierlich gemessen,

25 - die gemessenen Betriebsdaten (125, 128, 131) werden mit berechneten Betriebsdaten verglichen,

- zur Berechnung notwendige Parameter werden angeglichen,

- eine Größe eines Versorgungsstromes wird in Abhängigkeit von den angeglichenen Parametern gewählt.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 – 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass anfangs gesetzte Parameter Parameter einer neuen Lampe (3) sind.
- 5 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 – 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Parameter in einem Speicher (85) abspeicherbar sind.
- 10 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 – 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im stationären Betrieb die Parameter innerhalb des Speichers (85) genau die der  
angeschlossenen Lampe (3) sind.
- 15 17. Schaltung (1) zum Betreiben einer Gasentladungslampe (3) mit einem  
Schaltwandler (2), der einen Schalter (22), eine Konverterinduktivität (24) und eine  
Steuerung (27) in einem Regelkreis (33) zur Messung einer Lampenspannung und  
Einstellung einer Sollleistung aufweist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Schaltwandler (2) einen inneren Regelkreis (81) aufweist.
- 20 18. Daten- und Videoprojektor mit einer Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7  
oder 17.
- 25 19. Daten- und Videoprojektor mit einer Schaltung zur Durchführung eines Verfahrens  
nach einem der Ansprüche 11 bis 16.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Schaltung und Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe

Die Erfindung betrifft eine Schaltung (1) und ein Verfahren zum Betreiben einer Gasentladungslampe (3) mit einem Schaltwandler (2), der einen Schalter (22), eine  
5 Konverterinduktivität (24) und eine Steuerung (27) in einem Regelkreis (33) zur Messung einer Lampenspannung und Einstellung einer Sollleistung aufweist,. Erfindungsgemäß weist der Schaltwandler (2) einen zweiten Regelkreis (80) auf. Mittels des zweiten Regelkreises ist der Schaltwandler auf individuelle Lampenverhältnisse einstellbar.

10

Fig. 1

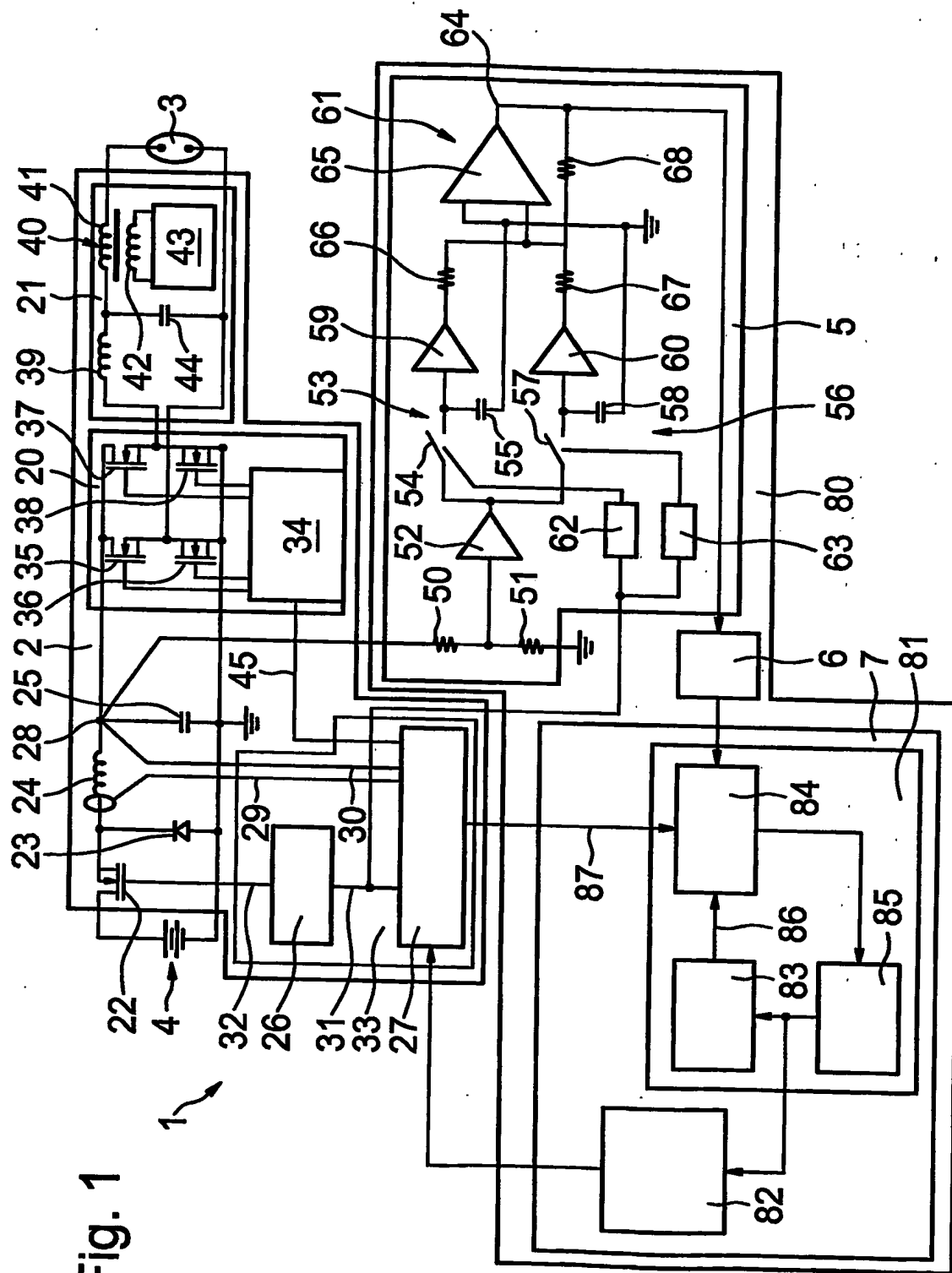
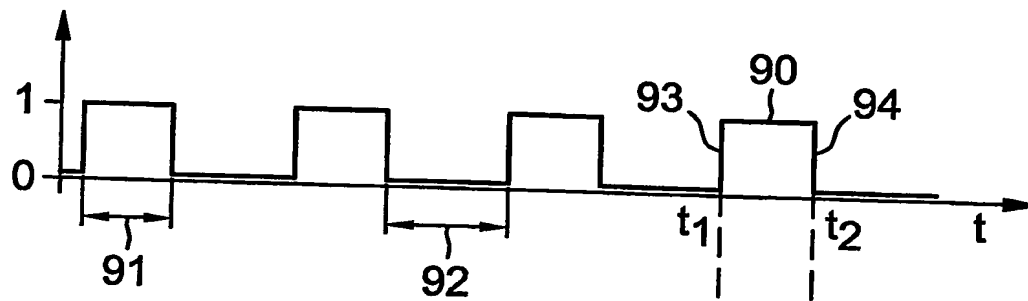
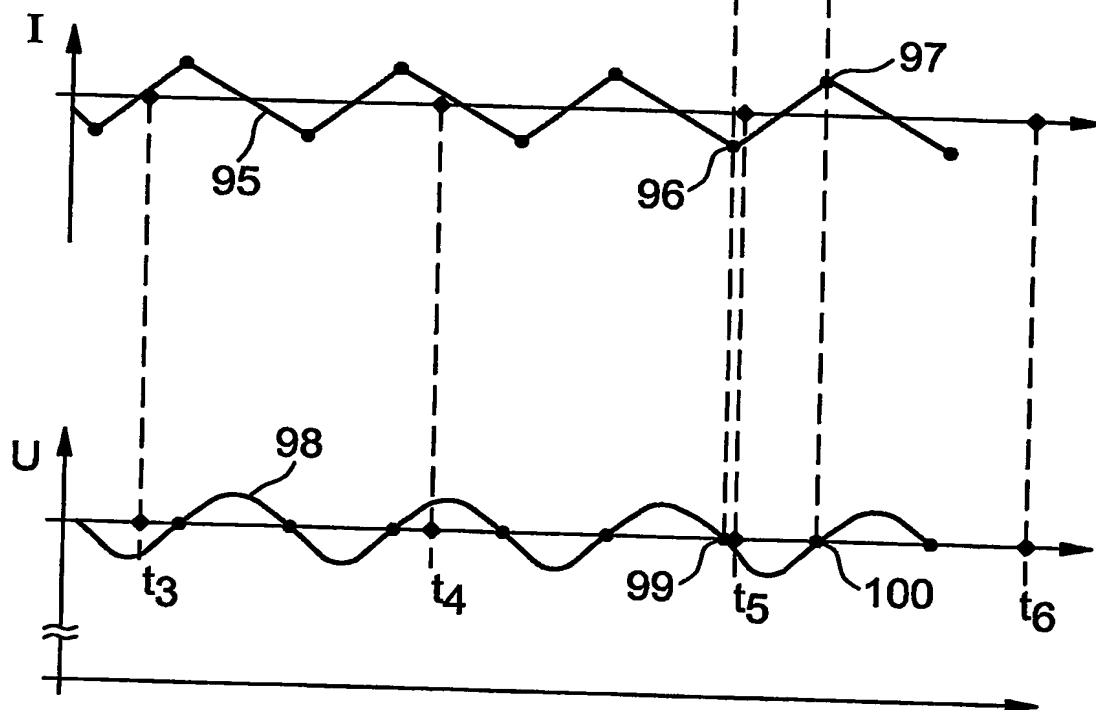


Fig. 1

**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

Fig. 5

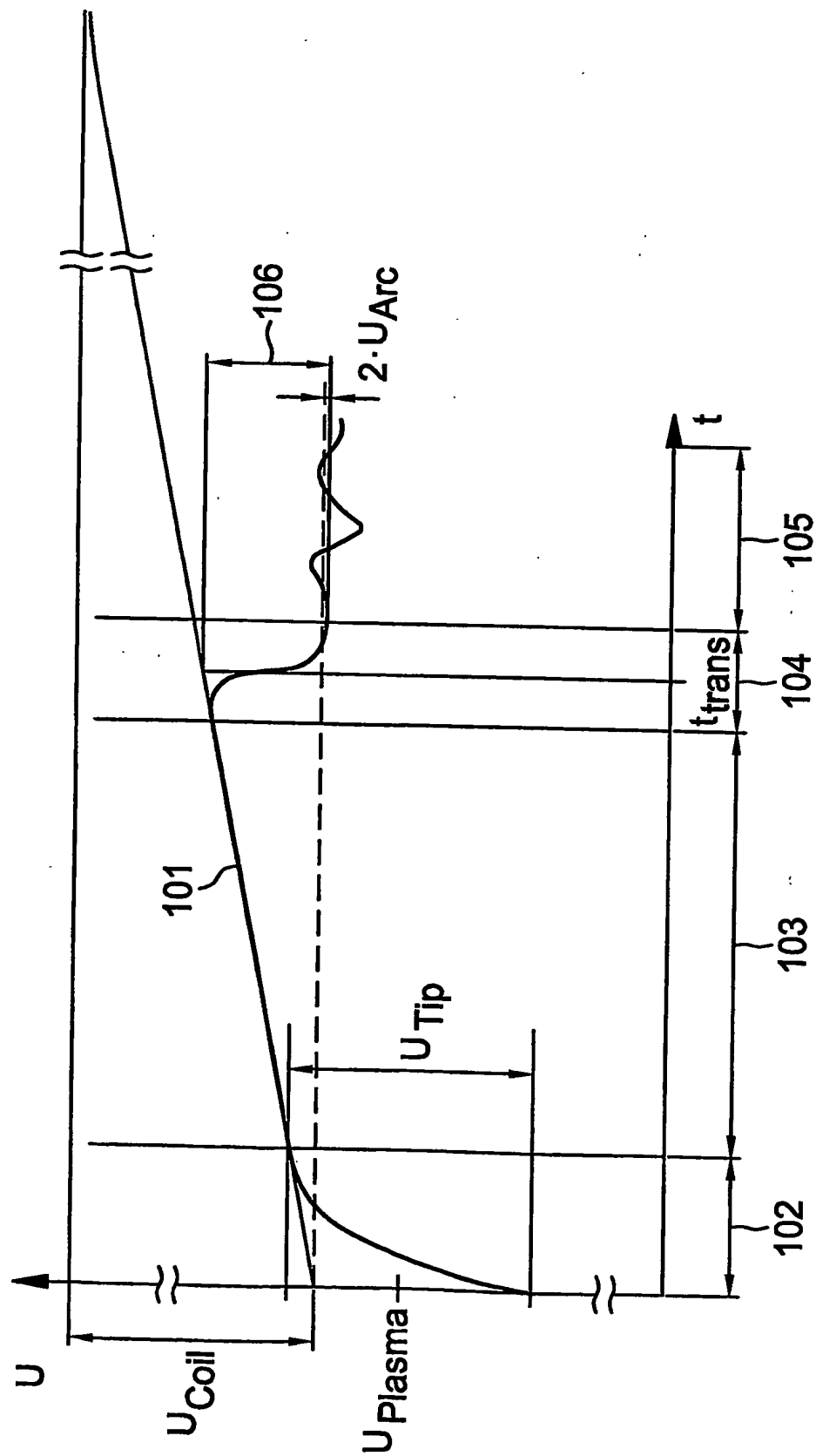


Fig. 6

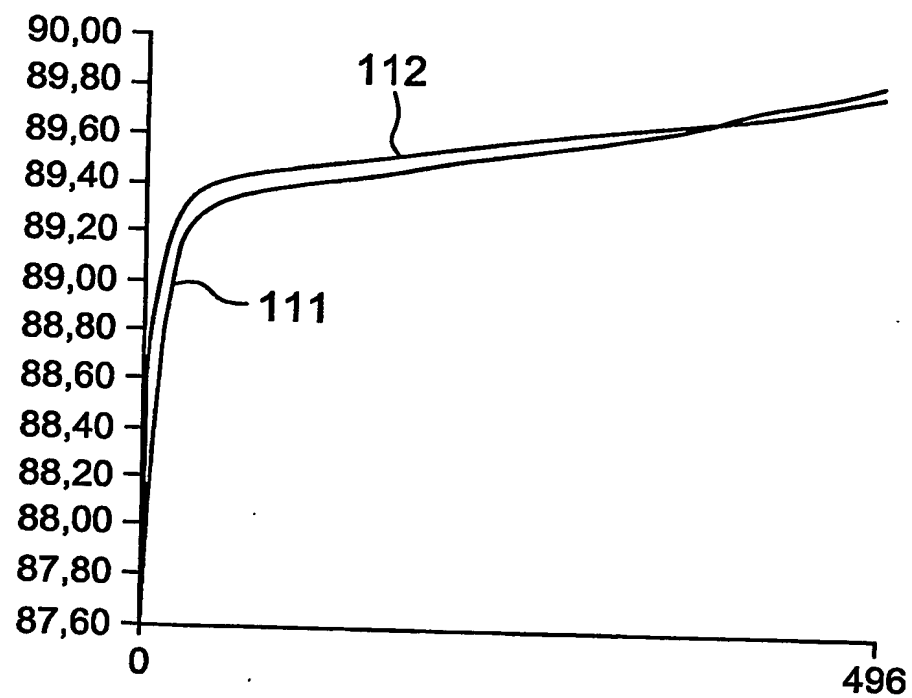


Fig. 7

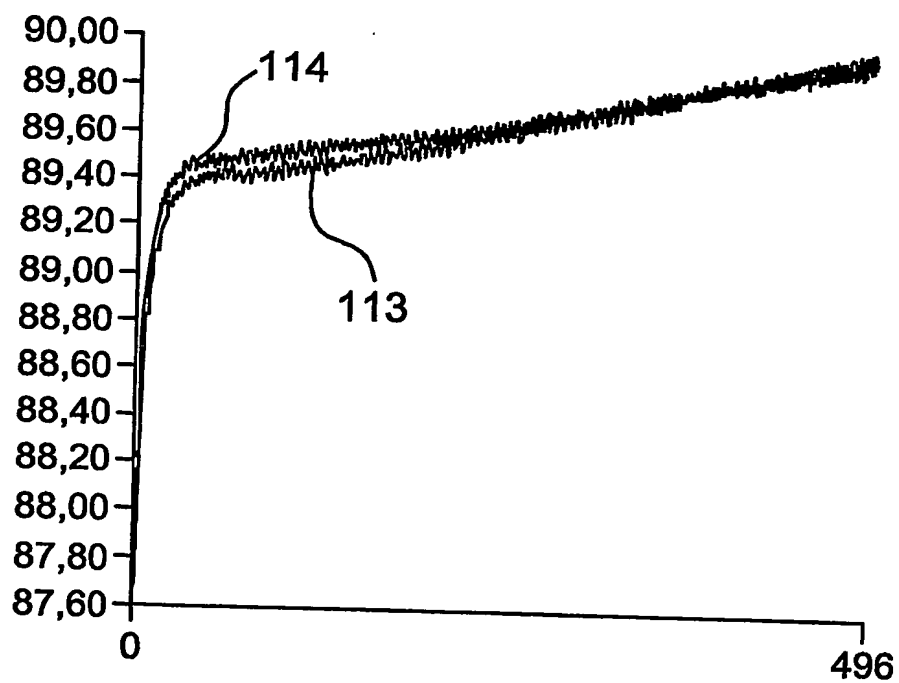
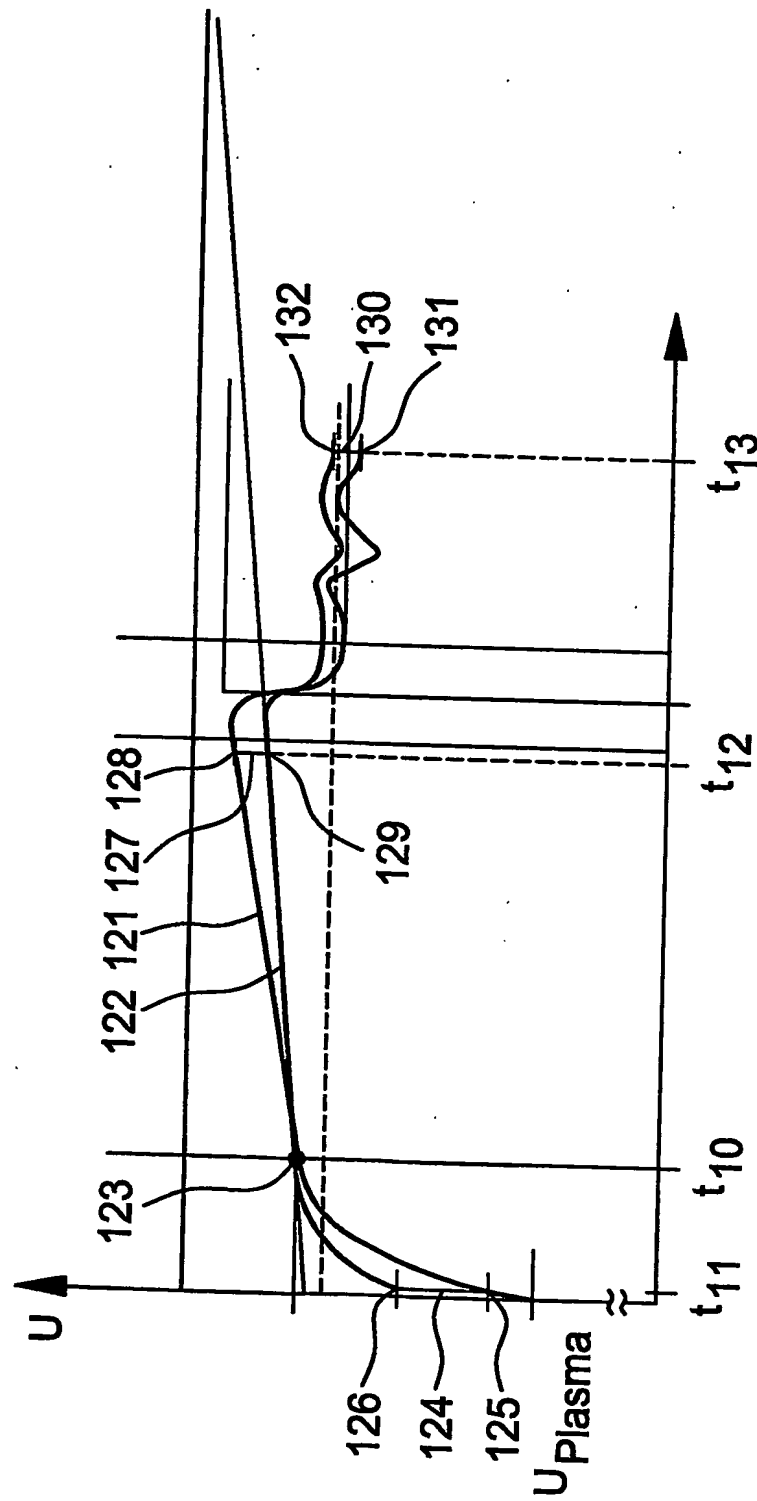
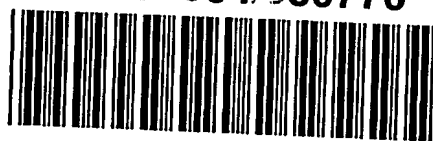




Fig. 8



PCT/IB2004/050770



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant:

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**